

中国玉米种质基础、杂种优势群划分 与杂优模式研究*

王懿波 王振华 陆利行 王永普 张新 田曾元

(河南省农业科学院, 郑州 450002)

Studies on Maize Germplasm Base, Division of Heterosis Groups and Utilizing Models of Heterosis in China

Wang Yibo Wang Zhenhua Lu LiXing

Wang Yongpu Zhang Xin Tian Zengyuan

(Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002)

Abstract: The proportions of Improved Reid and Ludahonggu in maize main germplasms commercially used in China increased sharply during 1979 - 1994, while that of Lancaster decreased parabolically, that of Sipingtou remained smoothly and that of other germplasms decreased significantly. Proportions of the four core germplasms had been up to 86.3% till 1994. During the Eighth Five - year Plan, the components of the main hybrids identified and approved were: Reid and Lancaster (25.6% respectively), Sipingtou (17.9%), Ludahonggu (10.7%). And the four core germplasms had been up to 79.9%, while their lines mainly used in breeding had been substituted with their improved lines adding a lot of other germplasms. All these show that significant progress in maize germplasm improvement has taken place in China.

The maize main germplasms in China were divided into five heterosis groups and nine subgroups according to pedigree, combining ability, heterosis etc. Improved Reid, Lancaster (Mo17 and Zi330 subgroups), Sipingtou, Ludahonggu and others (lines from Suwan, lines from foreign hybrids, lines from synthesis, and other low latitude's germplasms). This study also proposed ten main models, sixteen submodels of maize heterosis utilization in China. Four submodels are widely used. Three submodels have significant developing potentialities and four submodels are declining significantly. The utilization of these models and maize germplasm improvement were also discussed.

Key Words: Maize; Germplasm improvement; Heterosis group; Crossing model

摘要 在 1978~1994 年中国玉米生产用主要种质中,改良 Reid 和旅大红骨的比重直线上升,

* 本研究为国家自然科学基金资助项目。承蒙谢道宏、吴景锋、潘才邈等先生审改,一并致谢。

Lancaster 呈抛物线式下降,四平头趋于平稳,其它种质则显著减少,至 1994 年四大核心种质约占 86.3%。“八五”期间我国审(认)定玉米主要品种的组成为:Reid 和 Lancaster 各占 25.6%,四平头、旅大红骨分别占 17.9%和 10.7%,四大种质占 79.9%,然而其骨干系多为改良系所代替,掺进了大量的其它种质,由此可见我国玉米种质改良取得了明显成效。

根据系谱关系、配合力和杂种优势等,将我国玉米主要种质划分为五大杂种优势群、九个亚群,即改良 Reid、Lancaster(Mo17 和自 330 两个亚群)、四平头、旅大红骨和其它(Suwan、外杂选、综合种选和其它低纬度种质四个亚群)杂种优势群,总结探索出 10 种主体杂交优势利用模式、16 种子模式,其中 4 种子模式应用较多,3 种子模式发展趋势明显,4 种子模式明显衰退,并对其利用及种质改良等问题进行了讨论。

关键词 玉米 种质改良 杂种优势群 杂交优势模式

80 年代以来,我国玉米遗传育种工作者对我国玉米种质的遗传基础进行了系统的研究,发现我国玉米育种和生产用种质的遗传基础相当狭窄,明显存在着因遗传脆弱性引起某些突发性病害,导致大面积减产的潜在威胁,引起我国玉米遗传育种工作者的极大关注^[1-4]。通过对我国玉米种质基础的分析,发现我国目前利用的主要种质仅有极少数不含近代国外种质,大批国外种质引入并导入我国近代种质,已无法用国内国外两类加以区分,同时国内×国外等简单的杂优模式已不能包容我国玉米杂种优势利用的现状。根据一系列研究,我们对我国玉米主要种质进行了杂种优势群划分,总结探索出杂交优势利用的主要模式,并提出了我国玉米种质改良和杂种优势利用的若干意见,供玉米遗传育种工作者参考。

1 1978-1994 年中国玉米生产用种质分析

表 1 可见,1978~1994 年我国玉米生产用杂交种种质的变化趋势是:改良 Reid 系统系由 1978 年 0.7% 增加到 1994 年的 17.4%,呈明显上升趋势。Lancaster(简称 Lan.)中 Mo17 类系由 1978 年的 10.9% 增加到 1986 年的 34.0%,又降至 1994 年的 24.6%,自 330 类系由 1978 年的 15.5% 增至 1982 年的 29.5%,又降至 1994 年的 8.2%,两者均呈抛物线式变化。旅大红骨系统系由 1978 年的 9.4% 降至 1984 年的 3.5%,1988~1992 年在 14.5%~14.8%,至 1994 年上升至 17.9%。四平头系统系从 1978 年占 11.9% 以后略降,1984 年升至 12.8%,1994 年升至 18.2%。国外杂交种选系和综合品种(包括群体、双交种等)选系从 1978 年起呈明显的下降趋势,至 1994 年所占比重分别为 7.5% 和 6.2%。四大系统系由 1978 年的 48.4% 直线上升至 1994 年的 86.3%,由此可见,我国生产用种向四大核心种质集中的趋势非常明显。

表 1 中国 10 万 hm^2 以上生产用杂交种组成系分析

年份	1978	1980	1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994
杂交组合数	27	23	21	26	20	21	21	27	25
面积(万 hm^2)	849.9	837.6	745.3	947.4	1013.4	1247.1	1246.9	1466.6	1232.1
占生产用统计杂交种面积%	42.6	41.7	40.3	51.1	76.5	81.5	79.7	83.4	75.6
改良 Reid 系统系%	0.7	2.1	5.1	3.4	4.0	4.2	6.2	14.8	17.4
Lancaster 系统系 Mo17 类系%	10.9	10.9	17.1	21.9	34.0	33.7	30.1	27.9	24.6
自 330 类系%	15.5	20.0	29.5	20.0	14.1	13.3	11.5	9.9	8.2
旅大红骨系统系%	9.4	8.7	7.3	3.5	7.8	14.8	14.6	14.5	17.9
四平头系统系%	11.9	8.8	8.7	12.8	17.4	14.1	17.1	15.5	18.2
外杂选系%	21.9	18.0	10.6	18.6	14.7	10.0	9.8	9.2	7.5
综合种选系%	29.7	31.4	21.7	19.8	8.0	9.9	6.5	7.7	6.2
前四大系统系%	48.4	50.5	67.7	61.6	77.3	80.1	79.5	82.6	86.3

注:表中数据全国种子总站统计资料计算,对同组合异名者(正反交或改良种)进行了合并。

表下右栏%系占该年 10 万 hm^2 以上杂交种面积的百分数。

2 中国玉米种质改良的进展

2.1 中国玉米种质改良进展情况

表2表明,“八五”期间全国审(认)定的115个(不完全统计)主要杂交种的234个组成系中,改良 Reid 系统系占 25.6%; Lan. 系统系占 25.6%,其中 Mo17 和自 330 分别为 5.1%和 3.0%,其改良系分别占 8.5%、9.0%;四平头系统系占 17.9%,其中黄改系 16.2%;旅系统系占 10.7%,其它 20.1%。形成了改良 Reid、Lan.、四平头、旅大红骨系统系四大种质为主(占 79.9%)其它系为辅的格局。比“八五”末我国玉米生产用主要种质四大类种质占 86.3%的格局有了明显的改观,最为突出的是骨干系大部分为改良系所代替,掺进了大量的其它种质,大大改善和丰富了我国玉米的种质基础。改良 Reid 种质的广泛利用,促进了我国玉米科研和生产的发展。由此可见我国玉米种质改良成效显著,种质基础狭窄的现状得到了明显的缓解。值得注意的是金皇后、获嘉白马牙等优良农家种质利用很少,应引起足够的重视。

表2 “八五”期间中国审(认)定的主要玉米杂交种组成系分析

地 区	组 合 数	自 交 系 数	改良 Reid 系统系		Lancaster 系统系				旅大红骨系统系		四平头系统系		其它系		四大系统系合计							
			系 数	%	Mo17 类系		自 330 类系		系 数	%	黄 早 4 系 数	%	改良系		系 数	%	系 数	%				
					系 数	%	系 数	%					系 数	%								
																			系 数	%	系 数	%
三北春玉米区	40	80	17	21.3	7	8.8	10	12.5	2	2.5	7	8.8	15	18.8	0	0	9	11.2	13	16.3	67	83.8
黄淮海夏玉米区	42	85	32	37.6	0	0.0	4	4.7	0	0.0	0	0	9	10.6	2	2.4	23	27.0	15	17.6	70	82.4
南方玉米区	33	69	11	15.9	5	7.2	6	8.7	5	7.2	14	20.2	1	1.4	2	2.9	6	8.7	19	27.5	50	72.5
总计	115	234	60	25.6	12	5.1	20	8.5	7	3.0	21	9.0	25	10.7	4	1.7	38	16.2	47	20.1	187	79.9

* 一系为二环系时在相应系统系中各记入一次,为双、三交种选系时类此。

2.2 中国各玉米区种质改良进展情况

东北、华北、西北春玉米区(表2)已形成了以 Lan. (Mo17 类系居多)、改良 Reid、旅大红骨、其它四大种质为主的新格局,与“八五”前以 Lan.、旅系统和和其它为主的状况有了明显的改善,且代表系由原来的 Mo17、自 330、E28、M14、吉 63 等转向其改良系,丰富了该区的种质基础。黄淮海夏玉米区已形成了以改良 Reid、四平头、旅大红骨三大种质和其它种质为主的新格局,与“八五”前以四平头、Lan.、金皇后、获嘉白马牙四大种质为主的格局有了明显的变化;以掖 478 和掖 8112 为主的改良 Reid 种质占据重要地位,四平头系统转向黄改系, Lan. 改良系严重下降,其它系比重有所增加。南方玉米区形成了以 Lan.、改良 Reid、四平头种质和其它种质为主的新格局,与“八五”前以 Lan. (Mo17 和自 330) 为主,当地地方种质为辅的格局有了明显改善。说明我国温带优良种质已在南方地区逐步得到改良利用,并从一些外引低纬度种质(如 Suwan、Tuxpenol) 中育成新系用于生产。

由此可见,我国玉米生产用种质遗传基础狭窄的现象将随着新育组合的相继推广应用,得到明显的改善。

3 中国玉米主要种质杂种优势群划分

3.1 分群依据

根据我们对我国玉米骨干自交系的系统研究结果,以系谱来源、杂种优势和配合力为主,以生理参数、遗传距离等为辅,进行玉米杂种优势群划分较为适宜,与育种实践基本吻合。

3.2 杂种优势群划分

分群结果详见表3。改良 Reid 杂种优势群的种质多为美国杂交种选系,根据测配和应用情况,其多含 Reid 种质。Lan. 杂优群包括以 C103×187-2 育成的 Mo17 为代表和以 Oh43 衍生系自 330 为代表的两个亚群,二者因来自 Lan. 不同的原始农家种,加之自然和人工选择,形成了两个相互独立且有很高配合力的亚群,亦可作为两个独立杂优群对待。四平头杂优群则以黄早四改良系为主形成了一个独立的杂优群。旅大红骨杂优群则以旅 9 的衍生系和旅系统的综合种选系为主。其它杂优群种质来源广泛,经过改良很可能分化出多个杂优群,就目前情况暂以划分为外国杂交种选、综合品种及群体选、Suwan 和其它低纬度种质四个亚群为宜。目前国内利用最多的 4 个杂优群是:改良 Reid、Lan. (包括 Mo17 和自 330 亚群)、四平头和旅大红骨。

表3 中国主要玉米种质杂种优势群划分

I. 改良 Reid 杂优群	II. Lan. 杂优群		III. 四平头 杂优群	IV. 旅大 红骨杂种 优势群	V. 其它种质杂优群			
	II ₁ Mo17 亚群	II ₂ 自 330 亚群			V ₁ 外杂选 亚群	V ₂ 综合种 选亚群	V ₃ Suwan 亚群	V ₄ 其它低 纬度亚群
B73	Mo17	自 330	黄早四	旅 9	矮金 525	混 517	Suwan1	Tuxpenol
原武 02	C103	Oh43	塘四平头	旅 28	金 03	太 183	Suwan2	墨白 1 号
武 109	二南 24	Oh45	京 7	旅 9 宽	埃及 205	获白	苏 2-4	墨白 94 号
川系 8	77	凤可 1	京 7 黄	E28	M14	吉 63	SC17	郑白 11
苏 80-1	Va35	威风 322	齐 310	丹 340	系 14	吉 818	辐苏 1	毕 449
铁 79-22	商 27-263	Hz1	掖 515	丹 360	罗系 3	铁 133	苏湾 1611	毕 405
掖 8112	关 17	Hz32	H21	郑 360 选	W59E	白鹤 43	8085 泰	墨黄 9
郑 32	齐 35	四 428	昌 7	浚 340 早	BUP44	甸 11A	03012	墨 9B
沈 5003	齐 302	春 09	鲁原 133	SL2166	白苏 635	英 64	苏 37	N9
掖 478	许 05	毕 306	文黄 31413	丹黄 02	三团	大黄 46	S37	楚 201
齐 5B213	丹 1324	毕 411	双 741	丹 341	掖 107	许 052		SC12
铁 C8605	吉 846	龙 330 早	掖 502	丹 232	掖 52106	综 3		ET0
B 尖 8	吉 842	长 3154	黄野 4 3	丹 337	J7	综 31		
浚 58-7	杂 C546	靖 28	冀 35	郑 17	邢 11	抗大粒		
冀 815	四 485	龙系 17	D 黄 212	郑 22	P136	获唐黄-17		
掖 832	四 F1	朝 23	四自 04	丹 735	P138	豫 374		
辽 6107	Va36	四 446	黄(H)01	海 8415-4	豫 87-1	晴 795		
丹 9046	长 C849	材 11-8	四 444		多黄 29	黄杂①		
四 4112	长 554	成 200B	武 314		龙抗 56A	辽轮号		
K10	龙抗 65B	成 3H-2	湘 897					

4 中国玉米主要种质杂种优势利用模式

根据我国玉米主要种质杂种优势群划分结果及杂种优势的研究和应用情况,我们总结探

索出我国玉米杂交优势利用的 10 种主体模式和 16 种子模式, 详见表 4。在 16 种子模式中, 目前利用最多的子模式有 4 种: 改良 Reid 群 × 四平头群、改良 Reid 群 × 旅大红骨群、Mo17 亚群 × 四平头群、Mo17 亚群 × 自 330 亚群。发展趋势明显的子模式有 3 种: 改良 Reid 群 × Suwan 亚群、改良 Reid 群 × 综合种选亚群、改良 Reid 群 × 自 330 亚群。历史上一度广泛利用的 Mo17 亚群 × 其它群、自 330 亚群 × 其它群子模式的利用明显衰退, 四平头群 × 综合种选亚群、外杂选亚群 × 综合种选亚群亦有明显衰退趋势, 应引起足够重视。而 Suwan × Tuxpenol、Suwan × ETO 等热带模式在我国尚未很好地开发利用。

表 4 中国玉米主要种质杂交优势利用模式

主体模式	子模式
1. 改良 Reid 群 × Lancaster 群	1. 改良 Reid 群 × Mo17 亚群
2. 改良 Reid 群 × 四平头群	2. 改良 Reid 群 × 自 330 亚群
3. 改良 Reid 群 × 旅大红骨群	3. 改良 Reid 群 × 四平头杂种优势群
4. 改良 Reid 群 × 其它杂优群	4. 改良 Reid 群 × 旅大红骨杂种优势群
5. Lancaster 群 × 四平头群	5. 改良 Reid 群 × 外杂选亚群
6. Lancaster 群 × 旅大红骨群	6. 改良 Reid 群 × 综合种选亚群
7. Lancaster 群 × 其它群	7. 改良 Reid 群 × Suwan 亚群
8. 四平头群 × 其它群	8. Mo17 亚群 × 四平头杂种优势群
9. Mo17 亚群 × 自 330 亚群	9. Mo17 亚群 × 旅大红骨群
10. 外杂选亚群 × 综合种选亚群	10. 自 330 亚群 × 旅大红骨群
	11. Mo17 亚群 × 其它群
	12. 自 330 亚群 × 其它群
	13. 四平头群 × 外杂选亚群
	14. 四平头群 × 综合种选亚群
	15. Mo17 亚群 × 自 330 亚群
	16. 外杂选亚群 × 综合种选亚群

5 杂种优势群与杂交模式的应用

应着重在无强优势或无模式的杂种优势群间或某一杂优群内进行选系或改良, 或用其它群的低纬度种质及外杂选或综合种选亚群的适宜种质对其进行改良, 育成的新系组配新优组合的成功机率会大大提高。一般不应在强优势群间杂交选系, 因其育成新优组合的成功机率就会明显降低, 如旅大红骨与四平头、四平头与自 330 杂交选系效果较好。外杂选亚群中尚有一些系间具有较高的配合力, 如 P138 × 52106, 综合品种选亚群亦如此, 如甸 11A × 大黄 46 等, 应慎重选用。对模式的使用不可走入教条, 应灵活掌握, 因地制宜, 同时还应不断充实、完善和探索新的杂交模式。

6 几点建议与讨论

6.1 在改良 Reid 群、Mo17 亚群、自 330 亚群、旅大红骨群时应尽可能选用与其配合力不足以形成杂交模式的农家种质, 如混 517、获白、吉 63、铁 133、白鹤 43、抗大粒等。有些农家种选系如获白、吉 63、混 517 等, 及外杂选亚群中的矮金 525、M14、BUP44 等, 70~80 年代曾发挥过重要作用, 优良性状之多勿用多言, 应对其进行强化改良, 以使它们再度广泛利用。Suwan 种质已育成一些新系用于生产, 应强化改良, 以优良的综合种选系对其改良, 既可提高 Suwan 选系的适应性, 又可提高农家种和综合种选系的抗病性, 亦可用四平头和旅大红骨群系与其相互改良, 可收到良好的效果。

6.2 对 Tuxpenol 和 ETO 等种质应有计划地进行定向引进和改良, 以提高它们(下转第 28 页)

(上接第13页)的适应性,同时应注意探索新的育种模式,使其早日形成与现有种质的强优模式,用于育种和生产。对国外一些新种质的引进和利用,尤其是外引群体,不可急于求成,应在几轮适应性改良的基础上再考虑利用问题,同时要考虑到与国内现有杂优群和强优模式间的关系,以提高其利用效果和成功率。

6.3 应在分子水平上加强研究,对已划分的杂种优势群和杂交模式进行验证和提高,并在育种实践中检验。

6.4 国家应对我国玉米种质改良研究作出总体规划,单列资金投入,同时制定激励政策,分工协作,远近结合,使我国玉米种质改良纳入长远规划和科学的轨道,造福子孙后代。

6.5 我国玉米种质改良研究任重道远,不可因近年已取得一些明显进展而沾沾自喜,掉以轻心,仍应加大资金支持力度和研究深度,群策群力,坚持不懈,才能长治久安,立于不败之地。

参 考 文 献

- 1 吴景峰.我国主要玉米杂交种种质基础评述.中国农业科学,1993,16(2):1~8
- 2 王懿波等.我省玉米种质基础的综合分析与评价.河南农业大学学报,1986,20(1):62~72
- 3 曾三省.中国玉米杂交种的种质基础.中国农业科学,1990,23(4)1~9
- 4 彭泽斌 刘新芝.我国玉米杂种的现状评价.安徽农业科学,1994,22(3):97~99
- 5 王懿波 陆利行.玉米主要种质遗传类群划分与利用.华北农学报,1991,6(增刊):12~17
- 6 王懿波等.中国玉米主要种质杂种优势群划分与利用.华北农学报,1997,12(2)
- 7 王懿波等.中国玉米主要种质杂交优势利用模式研究.中美农业科技与发展研讨会文集,中国农业出版社,1996.10,P72